

東京工業大学 学 山田 隆昭
 東京工業大学 正員 渡辺 隆
 千葉県庁 正員 早川 徹

1. まえがき

前年行なった第2報では、一定温度の時に載荷速度に影響されない疲労破壊包絡線¹⁾の存在を報告した。今回は温度を変化させても疲労破壊包絡線が存在する事を確認した。この疲労破壊包絡線と舗装構造の弾性解析によって疲労寿命の推定を行なう方法を提案し、この妥当性を検討するために名神高速道路の調査データを用いて解析を行なった。

2. 使用材料と試験条件

使用材料は、針入度60/80のストレートアスファルトを用いた表層用密粒度アスコンである。(詳細は参考文献¹⁾を参照)

実験は前回同様2点単純支持試体の中央に、正弦的くり返し両振り変位を与えた。試験条件は表-1に示す。

表-1 試験条件

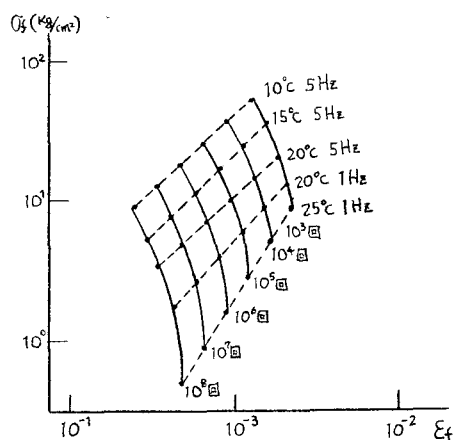
設定歪	2×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.2×10^{-3}	1.0×10^{-3}	7.5×10^{-4}
25°C 1Hz	○	○	○		
20°C 1Hz	○	○		○	
20°C 5Hz		○		○	○
15°C 5Hz			○	○	○
10°C 5Hz			○	○	○

3. 試験結果

定変位繰返し変位を与えると、応力は載荷回数とともに徐々に減少し、ひびわれが入り始めると急激に減少する。この点を前回同様破壊点と定義した。

疲労破壊包絡線は、破壊時の応力 σ_f を縦軸に歪 ϵ_f を横軸にとったものである。図-1は破壊包絡線を示している。疲労破壊包絡線の存在は、温度・載荷速度に依存せず、応力・歪だけで疲労寿命が決定される事を意味している。特性としては、スティフネスが大きくなる(温度を下げる、周波数を上げる)と破壊点は左上に移動する事があげられる。アスファルト混合物のように特性が温度・時間に依存する材料は、寿命予測に対して応力や歪の一方のみでは決定できず、応力・歪を同時に考えたこのような疲労破壊基準が必要となる。

図-1 疲労破壊包絡線



4. 舗装構造の寿命推定

(1) 荷重条件

本研究においては輪荷重を5tとして計算し、5t以外の輪荷重は4乗則を適用して換算を行なった。また荷重は円形等分布載荷と仮定し、接地半径は竹下の式を採用し、 $a = 12 + P = 17\text{cm}$ とした。

(2) 舗装構成材料の弾性係数

舗装体温度は気温により変化し、このためアスファルト層の弾性係数も変化する。月別弾性係数の推定にシエール²⁾が提案した月平均気温・アスファルト層厚・アスファルト層の平均気温との関係を適用した。

走行車輪により表層に発生する歪は図-2のようになる。この歪波形に4乗則を適用することによって舗装体

に及ぼすダメージ波形に変換すると図-3のようになり、舗装にダメージを与える範囲はほぼ載荷面下だけとみなしてよい。それゆえ載荷時間としては

$$t = 2a/v \quad \text{を用いた。}$$

こうしてアスファルト層の温度・載荷時間を求め弾性係数を決定した。また路床材・路盤材などの弾性係数は路盤面上変形係数を用い、ポアソン比は安全側をとって0.5とした。

(3) 疲労寿命推定方法

アスファルト層の弾性係数と路盤面上変形係数が求まれば、2層構造計算により、アスファルト層下面の引張応力・引張歪が計算できる。この応力・歪を用いて疲労破壊包絡線より疲労寿命を求めればよい。

ある月の疲労寿命が N_i 台、その月の交通量を N_i 台とすると、その月の舗装体へ与えたダメージを N_i/N_i と仮定し、各月のダメージの和として舗装体へ与えられたダメージを求めると

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N_i} \quad \text{となる。}$$

またある調査時点の交通量が N 台、供用開始後 n か月であったとすると、交通量の増加率を無視して1か月当り N/n 台の交通量があったことになり、調査時点でのダメージは

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{N/n}{N_i} = \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{N_i} \quad \text{となる。}$$

理想的には $D=1$ のとき破壊すると考えられるので、予想寿命は

$$N_{\text{EFF}} = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{N_i}} \quad \text{となる。}$$

(4) ケーススタディ

名神高速道路の調査データを表-2に示す。この調査データを今まで述べた方法で解析すると実際の交通量 N_{REAL} と予想寿命 N_{EFF} の関係が図-4のように得られる。即ち D が大きいとき破壊率が増える傾向が認められた。それゆえ本方法は比較的合理的なものと考えられる。また結果のバラツキ原因等については講演会で述べる。

5. あとがき

温度・時間を変化させても疲労破壊包絡線が存在する事が確認でき、ある程度の疲労寿命推定は上述の方法で十分可能であると思われる。今後、路床の弾性係数などが明白になればもっと正確に推定できると期待している。

参考文献：1) 渡辺隆 “第33回年次学術講演会講演概要集” V-206 2) A.I.M. Classen, J.M. Edwards, P. Sommer and P. Ugé, “Asphalt Pavement Design - The Shell Method,” AAPT. vol. 46, (1977)

図-2 歪波形

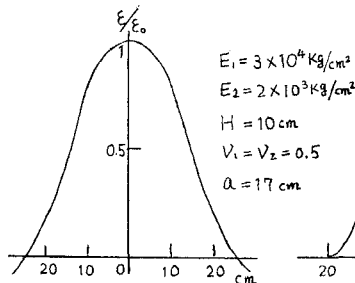


図-3 ダメージ波形

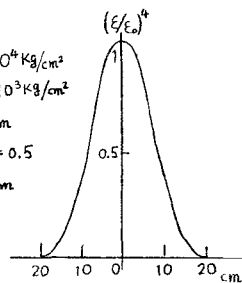


表-2 調査データ

調査地点	As層厚 (cm)	面状変形係数 (kg/cm²)	路面性状	10t EAL交通量 (×10⁴)	予想寿命 (×10⁴)	ダメージ
2	10	1900	○	222	380	0.584
8	10	3000	○	419	3300	0.127
10	10	3200	△	272	4500	0.71
11	10	1100	×		40	6.8
14	10	5000	○		40000	0.0012
16	10	1500	×	49	140	0.35
17	10	4200	○		14000	0.0035
22	6	2400	○	73	690	0.106
24	10	1900	△	71	380	0.187

路面性状 ○: 正常
△: 線状クラック
×: 亀甲状クラック

図-4 交通量と予想寿命

